



ПРОМИСЛОВА ЕЛЕКТРОНІКА

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	Системи забезпечення споживачів електричною енергією; Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	Всього 2,5 кредитів ECTS / 75 годин; аудиторних – 54 год: лекції – 36 години; лабораторні роботи – 18 годин; самостійна робота – 21 години
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/ МКР
Розклад занять	час і місце проведення аудиторних викладені на сайті rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент, <i>Победаш Костянтин Каленикович</i> <i>kkpobedash@gmail.com</i> Лабораторні: к.т.н., доцент, <i>Победаш Костянтин Каленикович</i>
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Метою дисципліни є вивчення студентами принципів дії основних типів напівпровідникових приладів, побудови та принципів роботи аналогових пристроїв (підсилювачів, генераторів гармонійних коливань, лінійних джерел живлення), побудованих на напівпровідникових приладах та інтегральних схемах; їх техніко-економічним показникам, методам розрахунку, а також особливостям їх використання в електротехнічних, електромеханічних та електротехнологічних установках.

Завданнями вивчення дисципліни є:

знання:

- про напрямки розвитку електроніки;

- принципів дії і характеристики напівпровідникових приладів: діодів, біполярних і польових транзисторів, тиристорів, JGBT транзисторів;

- про базові електронні пристрої аналогової схемотехніки: багатокаскадні підсилювачі з ємнісними зв'язками, підсилювачі постійного струму, диференційні підсилювачі, операційні підсилювачі, генератори гармонійних коливань; про базові ключові схеми;

- про призначення і будову вторинних джерел живлення;

Предметом вивчення курсу ПРОМИСЛОВОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ є фізичні процеси, принципи роботи аналогових та цифрових електронних схем, їх окремих елементів, джерел живлення з позиції їх застосування в системах автоматики.

В результаті вивчення курсу ПРОМИСЛОВОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ студент повинен

вміти:

- обирати режими роботи напівпровідникових приладів;
- розраховувати базові аналогові та імпульсні схеми;
- користуватись довідковою літературою і креслити електронні схеми згідно з діючими державними стандартами.
- користуватись контрольно-вимірювальною апаратурою в процесі експериментальних досліджень електромагнітних процесів в електронних схемах на лабораторних пристроях і моделях.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Місце дисципліни в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою. Дисципліна «ПРОМИСЛОВОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ» є вибірковою дисципліною з циклу професійної підготовки в структурі освітньої програми.

Для вивчення дисципліни Промислова електроніка необхідно засвоєння перерахованих нижче розділів з курсів вищої математики і фізики.

Вища математика:

- комплексні числа і дії з ними;
- диференціальне й інтегральне числення: диференціювання та інтегрування, рішення звичайних диференціальних рівнянь,

фізика:

- термінологія і фізичний зміст електротехнічних величин (струм, напруга, ЕРС, потенціал і т. д.); одиниці вимірювання електричних величин, закони Ома і Кірхгофа, закон повного струму, обчислення еквівалентних опорів при послідовно-паралельному з'єднанні резисторів;

Дисципліна «Промислова електроніка» є основною використовується при вивченні дисциплін «Силова та мікроелектроніка», «Автоматизовані системи керування», «Електричні і електронні апарати», «Керування електроприводами».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Принципи роботи і характеристики напівпровідникових приладів.

Тема 1.1. Фізичні основи роботи напівпровідникових приладів.

Електропровідність напівпровідників. Домішкові напівпровідники. Електронно-дірковий перехід.

Тема 1.2. Напівпровідникові діоди: випрямні та імпульсні діоди, стабілітрони.

Тема 1.3. Біполярні транзистори. Принцип дії БТ. Режими роботи. Схеми вмикання БТ. Основні параметри транзисторів. Еквівалентні схеми БТ.

Тема 1.4. Пільові транзистори. Принцип роботи польового транзистора з керуючим $p-n$ - переходом і з ізольованим затвором. Статичні характеристики ПТ.

Тема 1.5. Тиристри, JGBT транзистори. Класифікація, принципи їх дії, ВАХ і параметри.

Обертове магнітне поле. Принцип дії асинхронної і синхронної електричної машини.

Розділ 2. Аналогові електронні пристрої.

Тема 2.1. Підсилювальний каскад на БП транзисторі за схемою з спільним емітером. БТ у динамічному режимі та класи підсилення підсилювальних каскадів. Кола зміщення в підсилювальних каскадах. Термостабілізація режимів роботи підсилювальних каскадів. Емітерний повторювач. Підсилювачі на польових транзисторах за схемою з спільним витоком.

Тема 2.2. Підсилювачі постійного струму (ППС). Поняття дрейфу ППС та заходи його зменшення. Призначення, структурна схема і основні параметри операційного підсилювача (ОП). Інвертуючий і неінвертуючий підсилювачі на ОП. Інвертуючий і неінвертуючий суматори на ОП. Компаратори на ОП.

Тема 2.3. Генератори гармонійних коливань. Класифікація генераторів. Умови самозбудження автогенераторів. LC- і RC- автогенератори на ОП. Стабілізація частоти генераторів.

Розрахунок трифазних кіл з несиметричною ділянкою в лінії.

Розділ 3. Імпульсні пристрої.

Тема 3.1. Ключові схеми на транзисторах. Класифікація і параметри імпульсних сигналів. Насичений транзисторний ключ. Способи підвищення швидкодії транзисторних ключів.

Тема 3.2. Ненасичені транзисторні ключі. Ключі на ПТ.

Тема 3.3. Генератори і формувачі імпульсів. Одновібратори і мультівібратори на ОП. Генератори лінійно змінюваної напруги.

Розділ 4. Джерела живлення електронних пристроїв.

Тема 4.1. Випрямлячі однофазного струму. Класифікація і параметри випрямлячів. Однофазний випрямляч з середньою точкою. Однофазний мостовий випрямляч. Робота схем випрямлячів на активне і індуктивне навантаження.

Тема 4.2. Однофазні керовані випрямлячі. Робота однофазних керованих випрямлячів на активне і індуктивне навантаження.

Тема 4.3. Згладжувальні фільтри. Призначення, параметри і класифікація згладжувальних фільтрів. Фільтри на пасивних елементах.

Тема 4.4. Стабілізатори напруги. Призначення, параметри і класифікація стабілізаторів. Параметричні стабілізатори. Компенсаційні стабілізатори.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Електроніка та мікросхемотехніка [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка»/А.А. Щерба, К.К. Побєдаш, В.А. Святненко: - Київ: НТУУ «КПІ», 2013. – 313 с.
Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/3569>
2. Побєдаш К.К., Святненко В.А. Силові напівпровідникові прилади і перетворювачі електричної енергії [Електронний ресурс]: навчальний посібник/ Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, - 2017. – 244 с.
Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19823>
3. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін «Електроніка та мікросхемотехніка», «Електроніка і системотехніка» для студентів вищих навчальних закладів усіх форм навчання, що навчаються за напрямами «Електромеханіка», «Електротехніка», «Оптехніка». Розділ «Аналогові підсилювачі»/НТУУ «КПІ» ; уклад. В.І. Сенько, К.К. Побєдаш, В.А. Святненко та ін. – Київ: НТУУ «КПІ», 2015, - 72 с.
Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/11568>
4. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Промислова електроніка» для студентів вищих навчальних закладів усіх форм навчання, що навчаються за напрямом «Електротехніка та електротехнології» усіх форм навчання/ НТУУ «КПІ» ; уклад. В.І. Сенько, К.К. Побєдаш, В.А. Святненко та ін. – Київ: НТУУ «КПІ», 2015, - 113 с.
Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/11571>
5. Методичні вказівки для проведення практичних занять з дисципліни «Електроніка і мікросхемотехніка» (розділ випрямлячі) для студентів усіх форм навчання, що навчаються за спеціальністю 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» [Електронний ресурс]; укладачі В.І. Сенько, К.К. Побєдаш, В.А. Святненко та ін. – Київ: НТУУ «КПІ», 2016. - 62 с.
Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/15804>

Додаткова література:

1. Інтерфейс програмного комплексу Electronics Workbench: навчальний посібник/ Побєдаш К.К., Святненко В.А. : Київ: НТУУ «КПІ», 2014 – 57 с.
Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/7609>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
Розділ 1. ПРИНЦИП РОБОТИ І ХАРАКТЕРИСТИКИ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ПРИЛАДІВ	
1.	Фізичні основи роботи напівпровідникових приладів Вступ. Електропровідність напівпровідників. Домішкові напівпровідники. Електронно-дірковий p-n- перехід.

2.	Напівпровідникові діоди. Випрямні та імпульсні діоди, стабілітрони.
3.	Біполярні транзистори. Принцип дії БТ. Режими роботи БТ. Схеми вмикання БТ. Основні параметри БТ. Еквівалентні схеми заміщення БТ.
4.	Польові транзистори. Принцип роботи польового транзистора з керуючим р-п переходом. Польові транзистори з ізольованим затвором. Статичні характеристики ПТ.
5.	Тиристри. Класифікація, принцип дії, ВАХ і параметри тиристорів.
6.	Біполярні транзистори з ізольованим затвором (JGBT транзистори). вимірювання активної та реактивної потужності трифазного кола одним чи двома ватметрами
Розділ 2. АНАЛОГОВІ ЕЛЕКТРОННІ ПРИСТРОЇ	
7.	Підсилювальний каскад на БП транзисторі за схемою з спільним емітером. Робота БТ у динамічному режимі. Класи підсилення підсилювальних каскадів. Кола зміщення в підсилювальних каскадах. Термостабілізація режимів роботи підсилювальних каскадів. Емітерний повторювач.
8.	Каскади підсилення на польових транзисторах за схемою з спільним витоком.
9.	Підсилювачі постійного струму (ППС). Поняття дрейфу ППС та заходи по його зменшенню. Призначення, структурна схема і основні параметри операційних підсилювачів (ОП). Інвертуючий і неінвертуючий підсилювачі на ОП.
10.	Інвертуючий і неінвертуючий суматори на ОП. Компаратори на ОП.
11.	Генератори гармонійних коливань. Класифікація генераторів. Умови самозбудження автогенераторів. LC- і RC-автогенератори на ОП. Стабілізація частоти генераторів.
Розділ 3. ІМПУЛЬСНІ ПРИСТРОЇ	
12.	Ключові схеми на транзисторах . Класифікація і параметри імпульсних сигналів. Насичений транзисторний ключ. Способи підвищення швидкодії транзисторних ключів.
13.	Ненасичені транзисторні ключі. Ключі на польових транзисторах.
14.	Генератори і формувачі імпульсів. Мультивібратори і одновібратори на ОП. Генератори лінійно змінюваної напруги.
Розділ 4. ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ	
15.	Випрямлячі однофазного струму. Класифікація, параметри випрямлячів. Однофазний випрямляч з середньою точкою. Однофазний мостовий випрямляч. Робота схем на активне і індуктивне навантаження.
16.	Однофазні керовані випрямлячі. Робота однофазних керованих випрямлячів на активне і індуктивне навантаження.

17.	Згладжувальні фільтри. Призначення, параметри і класифікація згладжувальних фільтрів на пасивних елементах.
18.	Стабілізатори напруги. Призначення, параметри і класифікація стабілізаторів. Параметричні стабілізатори. Компенсаційні стабілізатори.

Лабораторні заняття

№ п/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд.год
Розділ 1. ПРИНЦИП РОБОТИ І ХАРАКТЕРИСТИКИ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ПРИБОРІВ		
1.	Ознайомлення з контрольно-вимірною апаратурою. Напівпровідникові діоди.	2
Розділ 2. АНАЛОГОВІ ЕЛЕКТРОННІ ПРИБОРИ		
2.	Дослідження підсилювальних каскадів на біполярних транзисторах.	4
3.	Дослідження інвертуючих і неінвертуючих підсилювачів, суматорів і компараторів на ОП.	2
4.	Дослідження генератора пилоподібної напруги	2
Розділ 3. ІМПУЛЬСНІ ПРИБОРИ		
5.	Ключові режими роботи транзистора. Дослідження транзисторного ключа.	4
Розділ 4. ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ПРИБОРІВ		
6.	Дослідження однофазних випрямлячів і згладжувальних фільтрів	4

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи
1	Високочастотні діоди, варикапи, тунельні діоди. Маркування напівпровідникових діодів.
2	Підготовка до лабораторних занять та проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях
3	Одноперехідний транзистор
4	Підготовка до МКР
5	Підготовка до заліку

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях.
- обов'язковою умовою допуску до заліку є
 - відпрацювання, оформлення протоколу та захист лабораторних робіт з дисципліни;
 - написання МКР (2 частини).
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та лабораторних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;
- правила захисту лабораторних робіт: допускається як індивідуальний захист лабораторних робіт, так і колективний (у складі бригади, склад якої визначають на першому лабораторному занятті). В обох випадках оцінюють індивідуальні відповіді кожного студента.
- правила захисту індивідуальних завдань: захист розрахунково-графічної роботи з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами перевірки РГР (за умови дотримання календарного плану виконання РГР);
- політика дедлайнів та перескладань:
 - несвоєчасне виконання РГР, несвоєчасний захист лабораторних робіт та повторне написання МКР передбачають зменшення максимального балу зазначеного у РСО за відповідний контрольний захід до 75 %. Мінімальний бал не змінюється.
 - Якщо студент не з'явиться на МКР, його результат оцінюється у 0 балів.
 - Перескладання захисту лабораторних робіт та РГР не передбачено;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів:
 - заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та університетських олімпіадах з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки», участь у наукових конференціях;
- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки»; при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц.мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: експрес-опитування, МКР, лабораторні роботи

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за виконання модульної контрольної роботи та зарахування усіх лабораторних робіт.

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- виконання та захист шести лабораторних робіт;
- виконання двох контрольних робіт у рамках модульної контрольної роботи (МКР).

Експрес-опитування	Розв'язання задач	Лаб. роботи	РГР	МКР	Рекз
14		42		44	

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал – 2.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях – 2 бали * 7 = 14 балів

Мінімальна кількість балів на всіх лекціях – 2 бали * 7 * 60% = 8,4 бали.

Виконання та захист лабораторних робіт

Ваговий бал – 7.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи – 7 бали * 6 = 42 балів.

Критерії оцінювання

- якісна підготовка до лабораторної роботи (наявність протоколу, знання мети роботи, знання основних теоретичних положень, які перевіряються), активна участь у виконанні досліджень, правильна та охайна обробка результатів дослідів, чіткі відповіді на контрольні питання за темою роботи – (0,9..1)*7 бали;
- добра підготовка до лабораторної роботи, активна участь у виконанні досліджень, несуттєві помилки при обробці результатів дослідів, неповні відповіді на контрольні питання – (0,89..0,75)* 7 бали;
- недостатня підготовка до лабораторної роботи, пасивна участь у виконанні досліджень, значні помилки при обробці результатів дослідів, часткові відповіді на контрольні питання – (0,74..0,6)*7 бали;
- неготовність до лабораторної роботи, пасивна участь у виконання досліджень, неякісна обробка результатів, невірні відповіді на контрольні питання за темою роботи – 0 балів.

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з двох частин: Завдання кожної контрольної роботи складається з трьох питань.

Ваговий бал кожної частини МКР – 22 бали.

Максимальний бал за МКР – 2 * 22 = 44 бали.

Критерії оцінювання

- повна відповідь на питання – (0,9..1)*7 балів;

- достатньо повна відповідь з незначними неточностями – $(0,89..0,75) * 5$ балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) – $(0,74..0,6)*7$ балів;
- незадовільна відповідь (менше 60% потрібної інформації) – 0 балів.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

Форма семестрового контролю – залік

Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею. Якщо сума балів менша за 60, студент виконує залікову контрольну роботу. У цьому разі сума балів за виконання залікової контрольної роботи переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Критерії оцінювання:

- повна відповідь на питання – $(0,9..1)*33=30-33$ бали;
- достатньо повна відповідь з незначними неточностями – $(0,89..0,75)* 33 =25 – 29$ балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) – $(0,74..0,6)*33 =20 -24$ бали;
- незадовільна відповідь (менше 60% потрібної інформації) – 0 балів.

Студент, який у семестрі отримав більше 60 балів, може взяти участь у заліковій контрольній роботі. У цьому разі попередній рейтинг студента з кредитного модуля скасовується і він отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (як додаток 1 до силабусу)

1. Типи провідностей і властивості напівпровідників.
2. Домішковий напівпровідник *n*- типу.
3. Домішковий напівпровідник *p*- типу.
4. Електронно-дірковий (*p-n*) перехід і його вольт-амперна характеристика.
5. Види пробоїв *p-n* переходу.
6. Випрямний діод

7. Стабілітрон.
8. Принцип дії біполярного транзистора.
9. Схеми включення транзисторів і їх порівняльні параметри.
10. Статичні характеристики транзисторів включених за схемою зі СЕ.
11. Динамічний режим роботи біполярного транзистора.
12. Еквівалентна схема заміщення транзистора включеного за схемою зі СЕ.
13. Польовий транзистор з $p-n$ – переходами.
14. Тиристор.
15. Класи підсилення підсилювачів.
16. Забезпечення режиму роботи транзисторів у класі А фіксованим базовим струмом.
17. Забезпечення режиму роботи транзисторів у класі А фіксованою базовою напругою.
18. Колекторний спосіб термостабілізації робочої точки підсилювального каскаду.
19. Емітерний спосіб термостабілізації робочої точки підсилювального каскаду.
20. Робота підсилювального каскаду з RC - зв'язками при підсиленні гармонійних сигналів.
21. Еквівалентна схема заміщення підсилювального каскаду з RC - зв'язками.
22. Визначення основних параметрів підсилювального каскаду ($R_{вх}$, $R_{вих}$, K_i , K_u).
23. Емітерний повторювач.
24. Зворотні зв'язки та їх вплив на основні параметри підсилювачів.
25. Однотактний підсилювач з трансформаторним зв'язком.
26. Двотактний підсилювач потужності.
27. Особливості побудови схем ППС. Поняття про дрейф ППС.
28. Диференціальний підсилювач.
29. Операційний підсилювач (ОП), його структурна схема і основні параметри.
30. Неінвертуючий підсилювач на ОП.
31. Інвертуючий підсилювач на ОП.
32. Інвертуючий підсумовуючий підсилювач на ОП.
33. Неінвертуючий підсумовуючий підсилювач на ОП.
34. Інтегратор на ОП.
35. Компаратори на ОП.
36. Високочастотна корекція АЧХ підсилювачів.
37. Низькочастотна корекція АЧХ підсилювачів.
38. Генератори гармонійних коливань. Класифікація і умови самозбудження автогенераторів.
39. LC - автогенератор.
40. RC - автогенератор з фазовим зсувом у колі зворотного зв'язку на $\pm 180^\circ$.
41. RC - автогенератор з фазуючим колом з нульовим фазовим зсувом.
42. Класифікація та основні параметри імпульсів.
43. Статичний режим роботи транзисторного ключа.
44. Динамічний режим роботи транзисторного ключа.
45. Транзисторний ключ з прискорюючим конденсатором.
46. Ненасичені транзисторні ключі.
47. Одновібратор на ОП.
48. Мультивібратор на ОП.
49. Генератор пилкоподібної напруги зі струмостабілізуючим елементом.
50. Однофазний випрямляч за схемою з нульовим виводом.
51. Однофазний мостовий випрямляч.

52. Основні параметри і класифікація згладжувальних фільтрів.
53. Індуктивний фільтр.
54. Г-подібний RC - фільтр.
55. Г-подібний LC - фільтр.
56. Призначення, параметри і класифікація стабілізаторів напруги.
57. Параметричні стабілізатори напруги.
58. Компенсаційний стабілізатор напруги.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент кафедри теоретичної електротехніки, к.т.н, доцент, Победаш Костянтин Каленикович

Ухвалено кафедрою Теоретичної електротехніки (протокол № 11 від 29.06.2021 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № від .2021 р.)